

MENU

SEARCH

INDEX

1/1



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: 09304766

(43)Date of publication of application:  
28.11.1997

(51)Int.Cl.

G02F 1/1335  
G02B 5/18(21)Application number:  
08115086

(71)Applicant: SEIKO INSTR INC

(22)Date of filing: 09.05.1996

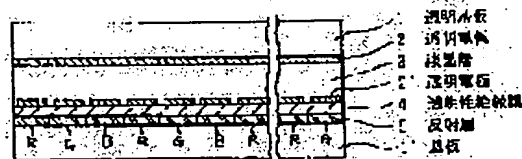
(72)Inventor: EBIHARA TERUO  
SAKAMA HIROSHI  
FUJITA HIROYUKI  
SENBONMATSU SHIGERU  
TANIGUCHI KO  
YAMAMOTO SHUHEI

(54) REFLECTION TYPE LIQUID CRYSTAL ELECTROOPTICAL DEVICE

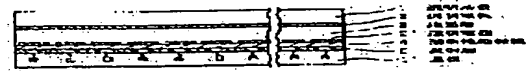
(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain clear and excellent appearance display ability by forming a reflection layer on which a fine rugged pattern is formed and which is provided with such a characteristic that white light is spectrally split by being reflected and diffracted when the white light is made incident on it between a transparent electrode and a substrate.

SOLUTION: The reflection layer 5 on which the fine rugged pattern is formed and which is provided with such a characteristic that the



white light is spectrally split by being reflected and diffracted when the white light is made incident on it is formed between the transparent electrode 2 and the substrate 1'.



In such a case, a transparent insulating film 4 is formed between the layer 5 and electrode 2 and a grating is used as the layer 5. The grating is formed of plural patterns. By the plural patterns, plural-wavelength visible light is diffracted at an identical diffraction angle and at least at an interval being  $\geq 50\text{nm}$ . By the diffraction angle of the layer 5, chromatic aberration caused by parallax is corrected. In such a way, a device is constituted of a scattering mode liquid crystal element by which high transmissivity can be obtained with using a polarizing plate, and a reflector having such a characteristic that the light is spectrally split by the diffracted light when the white light is made incident on it.

---

#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 06.02.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

---

Copyright (C); 1998 Japanese Patent Office

**MENU**

**SEARCH**

**INDEX**

98-25783

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-304766

(43) 公開日 平成9年(1997)11月28日

(51) Int.Cl. <sup>9</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/1335	5 2 0		G 0 2 F 1/1335	5 2 0
G 0 2 B 5/18			G 0 2 B 5/18	

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平8-115086

(22) 出願日 平成8年(1996)5月9日

(71) 出願人 000002325

セイコーインスツルメンツ株式会社  
千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地

(72) 発明者 海老原 照夫

千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セ  
イコー電子工業株式会社内

(72) 発明者 坂間 弘

千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セ  
イコー電子工業株式会社内

(72) 発明者 藤田 宏之

千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セ  
イコー電子工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 林 敬之助

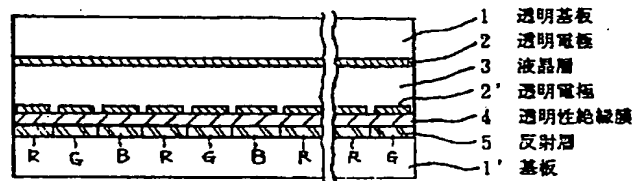
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 反射型液晶電気光学装置

(57) 【要約】

【課題】 時計、その他の携帯機器、プロジェクターに使用される反射型液晶電気光学装置であって、カラーフィルター方式に比較して明るく純度の高い白地に美しく光輝く干渉色でのマルチカラー表示を可能とした実用的で鮮明かつ美観に優れたマルチカラー表示可能な反射型液晶電気光学装置を提供する。

【解決手段】 偏光板を使用しないで高い透過率が得られる散乱モード液晶素子と微細な凹凸パターンが形成された白色光を入射させると反射回折により分光する特性を有する反射層とで構成された反射型液晶電気光学装置。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像信号を印加する透明電極が設けられた透明基板とこれに相対向し画像信号を印加する透明電極を有する基板間に、該透明電極間の電圧レベルの変化により光散乱状態と透明状態もしくはほぼ透明に近い状態間で変化する特性を有する液晶が充填された反射型液晶電気光学装置において、微細な凹凸パターンが形成され白色光を入射させると反射回折により分光する特性を有する反射層が、該透明電極と該基板間に形成されていることを特徴とする反射型液晶電気光学装置。

【請求項2】 前記反射層と該透明電極間に透明性絶縁膜が形成されていることを特徴とする請求項1記載の反射型液晶電気光学装置。

【請求項3】 前記反射層としてグレーティングを用いていることを特徴とする請求項1記載の反射型液晶電気光学装置。

【請求項4】 前記反射層は複数のパターンに形成されていることを特徴とする請求項1記載の反射型液晶電気光学装置。

【請求項5】 前記反射層の複数のパターンは同じ回折角で少なくとも50nm以上の間隔で複数の波長の可視光を回折することを特徴とする請求項1記載の反射型液晶電気光学装置。

【請求項6】 前記反射層の回折角は視差による色収差を補正していることを特徴とする請求項1記載の反射型液晶電気光学装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、反射型液晶電気光学装置に係わり装飾品、時計、小型携帯機器、ディスプレイ、プロジェクターに使用される特に明るく優れた色合いを表示するカラーの反射型液晶電気光学装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、図2に示すように通常のTN (Twist Nematic、ねじれネマティック) とかSTN (Super TN、スーパーTN) と呼ばれる液晶モードを使った反射型液晶電気光学装置の構成は、対向する二枚の透明基板1及び1'上に透明電極2及び2'を設け、上記基板間にスペーサ6及び6'を介して基板間の空隙に液晶層3を設け、更に偏光板7及び7'を図の様に配置し観測者8に対して液晶素子の後方に反射板9を設けるものである。通常よく使用される反射板は、視野角を広くするためにアルミニウム等の金属表面をサンドブラスト等にて加工し適当な光拡散性を付与して使用する。一方、カラー化に対しては、反射板9の前方にカラーフィルター10を設ける方法、偏光板7及び7'の少なくともどちらか一方にカラー偏光板を用いる方法がある。また、カラーフィルターやカラー偏光板を使用しないで、電界制御複屈折方式によって干渉色カラ

2

ー表示を実現する方法もある。

【0003】次に、TN、STN液晶モードより明るい表示方式であるGH (Guest-Host) と呼ばれる液晶モードを使った反射型液晶電気光学装置の構成について説明する。図3に示すように対向する二枚の透明基板1及び1'上に透明電極2及び2'を設け、スペーサ6を介して基板間の空隙に液晶層3を形成している。さらに、観測者8に対して液晶素子の後方に反射板9を設けている。

10 【0004】通常液晶層は、ホスト液晶としてコレステリック液晶かカイラルネマティック液晶或いはカイラル性非液晶物質とネマティック液晶との混合液晶に、ゲストとして2色性色素を溶解した物である。さらに液晶層は、カイラル物質の種類と添加量で決まる固有ピッチPをもった螺旋構造をとる。固有ピッチPは表示装置のコントラスト、駆動電圧等の諸要因によって決定される。2色性色素としてはアゾ系色素、アントラキノン系色素が用いられる。本反射型液晶電気光学装置は、通常の白黒表示する場合の2色性色素には、赤、緑、青に吸収を持つ色素を適当な割合で混合し可視光全域で吸収を持つような黒色色素と、反射板として白板もしくはアルミニウム拡散板を用いて、白黒表示を行っている。

【0005】一方、カラー化に対しては、特定の波長帯域にのみ吸収を持つ色素を用いて、白反射板と組み合わせることでカラー表示を実現している。また、黒色素と内面カラーフィルター、内面反射板を用いて空間混色法でマルチカラー表示を実現している。

【0006】次に、散乱モード液晶を使った反射型液晶電気光学装置について説明する。散乱モードとしては高分子分散液晶方式、DSM (Dynamic scattering: 動的散乱) 方式、相転移液晶方式がよく知られている。以下の例は相転移液晶方式で説明する。構成は前例と同じで図3に示すように、対向する二枚の透明基板1及び1'上に透明電極2及び2'を設け、上記基板間にスペーサ6を介して基板間の空隙に液晶層3を設け、観測者8に対して液晶素子の後方に反射板9を設けるものである。通常液晶層3は、正の誘電異方性をもつネマティック液晶にカイラルネマティック液晶を添加し螺旋ピッチを1~3μmになるように製造される。電気光学応答としては、駆動電圧を0ボルトから上昇させある電圧レベル以上から液晶層3は散乱状態を示すコレステリック相を形成する。更に電圧を上昇させると液晶層3は透明状態を示すネマティック相へと状態変化を示す。したがって、表示としてはコレステリック相での散乱状態とネマティック相での透明状態を利用する。

【0007】実際には、反射板9にミラーが使用され、コレステリック相での散乱を利用して白を、ネマティック相で反射板9からの正反射を視線からそらす使用方法で黒を表示することが出来る。また、カラー化に対しては、反射板9にカラー層を設けて着色表示を可能にして

50

いる。

【0008】次に、散乱モード液晶を使ったプロジェクターについて説明する。図4に示すように、1個の光源11から出た出射した光をダイクロイックミラー12で赤、青、緑の3原色に分割し、赤、青、緑三枚の散乱モード液晶素子15で変調した後に再び1本の光軸に合成され投影レンズ13でスクリーン14へ投影されカラー画像を得ている。散乱モードとしては高分子分散液晶方式、DSM(Dynamic scattering: 動的散乱)方式、相転移液晶方式がよく使われている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】従来のTN、STNモードの偏光板を使う方式でのカラー化では、カラーフィルターに使用される色素の透過率とアルミニウム等の金属反射板の反射率の悪さにより鮮明なカラー表示を不可能にしている。さらに、ポジ表示での背景色がアルミ反射板のくすんだ金属光沢と偏光板特有の着色により暗くイメージの悪い白もしくは灰色の表示色と成る。

【0010】また、GHモードの偏光板を使用しない方式でのカラー化では、ホスト液晶分子の熱的揺らぎ、あるいは液晶分子の幾何学的な構造からくる2色性の低下のために、理想的には2色性色素の吸収の無い状態で、白色表示するものが、現実には薄く着色して純度の高い白色が得られない。また、黒色素と内面カラーフィルター、内面反射板を用いた空間混色法によるマルチカラー表示方式では、カラーフィルターの透過率が悪く、鮮明なカラー表示を実現していない。

【0011】また、散乱モード液晶の偏光板を使わない方式でのカラー化では、実用的な駆動条件を満足する様なセルギャップとすると、十分な後方散乱強度が得られず、直進光と前方散乱光を反射板で反射させて散乱強度を強くし白色の明るさを増している。このため、反射板をカラー反射板にした場合は純度の高い白を得る事は出来ず、薄い着色地に濃い色表示となり、メリハリのある純度の高い白地にカラー表示は原理的に不可能であった。

【0012】また、散乱モード液晶素子を使ったプロジェクターでは、散乱モード液晶素子を3枚使用して光学系が構成される。よって、高価なダイクロイックミラーを使用する事となり、コスト的に不利であった。以上の説明のように従来の技術では、安価な製造コストで実用的で鮮明かつ純度の高い白地にカラー表示可能な反射型液晶電気光学装置を得る事が困難であるという課題があった。

【0013】そこでこの発明の目的は、従来のこのような課題を解決するため、散乱モード液晶素子と微細な凹凸パターンを形成した反射層とで構成して、偏光板を使用しないで高い透過率を得ること、また、純度の高い白地にマルチカラー表示が得られる反射型液晶電気光学装置を実現することである。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、この発明は画像信号を印加する透明電極が設けられた透明基板とこれに相対向し画像信号を印加する透明電極を有する基板間に、該透明電極間の電圧レベルの変化により光散乱状態と透明状態もしくはほぼ透明に近い状態間で変化する特性を有する液晶が充填された散乱モード液晶素子において、微細な凹凸パターンが形成され白色光を入射させると反射回折により分光する特性を有する反射層が、該透明電極と該基板間に形成されていることを特徴としたものである。

【0015】特に本発明は、反射層の構成を以下のようにしていることを特長としている。反射層と透明電極間に透明性絶縁膜が形成されており、反射層としてグレーティングを用いている。そのグレーティングは複数のパターンに形成されていることを特徴としている。さらに、複数のパターンは同じ回折角で少なくとも50nm以上の間隔で複数の波長の可視光を回折することを特徴とする。さらに、反射層の回折角は視差による色収差を補正していることを特徴とする。

【0016】

【発明の実施の形態】上記のように構成された反射型液晶電気光学装置の動作原理を図5の本発明の原理説明図で説明する。散乱モードの液晶層3に入射した入射白色光16は、表示情報で二次元光変調を受け散乱モードの液晶層3を透過後グレーティングからなる反射層5に入射する。ここで、散乱モード液晶素子は、液晶層3の印加電圧レベルにより散乱状態と透明状態をとるため、表示情報により2次的に図5の(A)に示す散乱状態部と(B)に示す透明状態部とで構成される。これにより、入射白色光16は、散乱モードの液晶層3を通過後、表示情報により、(A)の散乱状態部を通過した前方散乱光17と前方直進光18と(B)の透明状態部を通過した非散乱光の2種類の光の性質を持った状態でグレーティングからなる反射層5へ入射する。

【0017】一方、グレーティングからなる反射層5には図6に示すような周期的な溝が形成されており、入射角 $\alpha$ と回折角 $\beta$ と溝のピッチ $d$ とブレイズ角 $\theta$ と光の波長 $\lambda$ と干渉の次数 $m$ の間には

$$d \times (\sin \alpha + \sin \beta) = m \lambda$$

$$\theta = (\alpha + \beta) / 2$$

なる関係があり、入射白色光を各波長により異なる回折角 $\beta$ で反射し分光する。従って図5(A)を通過した前方散乱光17はグレーティングからなる反射層5で分光されず散乱状態のまま反射されほぼ入射時と同じ領域でさらに散乱される。また、前方直進光18はグレーティングからなる反射層5で分光されるが再び(A)に示す散乱状態部で散乱を受ける。結局(A)に示す後方散乱光19と前方散乱光17の反射光と前方直進光18の分光反射後の散乱光の合成となり、着色のない白色の散乱

状態となる。

【0018】一方、(B)を通過した非散乱光は、グレーティングからなる反射層5で回折により分光され、回折光20は観察角度によって異なった色を観察する事が出来る。よって、表示情報により白地にグレーティングからなる反射層5で分光されたカラーの表示を可能にする。

【0019】また、グレーティングからなる反射層5はドットマトリックス表示タイプの透明電極パターンのようにストライプ状のパターンで出来ている。各パターンは図7に示すように同じ回折角度 $\beta$ でR(赤)、G(緑)、B(青)の波長を回折する。R、G、Bの各パターンの回折角と波長の間の関係は

Rパターン部では

$$d1 \times (\sin \alpha + \sin \beta) = m\lambda \quad (R)$$

Gパターン部では

$$d2 \times (\sin \alpha + \sin \beta) = m\lambda \quad (G)$$

Bパターン部では

$$d3 \times (\sin \alpha + \sin \beta) = m\lambda \quad (B)$$

の条件を満足している。d1はRパターン部での溝のピッチ、d2はGパターン部での溝のピッチ、d3はBパターン部での溝のピッチを示す。よって、R、G、Bを1画素として表示することで空間混色法によりマルチカラー表示が可能となる。

【0020】また図8に示すように、グレーティングからなる反射層5の同じパターン内において回折する同じ波長の光は、上部Aと中央部Bと下部Cからの回折角 $\beta_1$ 、 $\beta_2$ 、 $\beta_3$ が観測者8へ向かうように、視差による色収差を補正している。即ち、上部Aと中央部Bと下部Cからの回折角 $\beta_1$ 、 $\beta_2$ 、 $\beta_3$ と回折光の波長の間には

上部Aでは

$$d(A) \times (\sin \alpha + \sin \beta_1) = m\lambda$$

中央部Bでは

$$d(B) \times (\sin \alpha + \sin \beta_2) = m\lambda$$

下部Cでは

$$d(C) \times (\sin \alpha + \sin \beta_3) = m\lambda$$

の条件を満足している。d(A)は上部Aでの溝のピッチ、d(B)は上部Bでの溝のピッチ、d(C)は上部Cでの溝のピッチを示す。よって、視差による色収差を上記のように補正することによって、表示画面内の色むらの無い表示を実現出来る。

【0021】

【実施例】以下に、この発明の実施例を図に基づいて説明する。

(実施例1) 図1において、透明基板1は、平滑なガラス板を用いたが、透明高分子フィルムを使用してもかまわない。透明基板1に設ける透明電極2は、ITO膜からなる透明導電膜をホトリソグラフィーによってストライプ状に分割形成した。

【0022】一方、基板1'は平滑なガラス板を用いたが、高分子フィルム、金属板等を使用してもかまわない。基板1'に設ける反射層5は、以下の4つの行程よりグレーティングが作成される。

- ・グレーティング(溝)の形成
- ・スタンパー(金型)の作成
- ・熱プレス(エンボス複製)
- ・後加工(反射膜形成)

グレーティング(溝)の形成方法としては、ホログラム撮影法を使用した。この方法では、感光材料としてフォトリソレジストを塗布した乾板を用いた。フォトリソレジストはポジ型でもネガ型でもよく、解像度の高いものを、厚み0.1から1 $\mu$ m塗布した。このような乾板に2光束干渉法により形成される光の明暗の干渉縞をフォトリソレジストにホログラフィックグレーティングとして直接露光記録した。その後、イオン・エッチングによってブレード加工し原板(レジストホログラム)を得た。この方法以外にも、電子ビームで直接グレーティングを描画する方法やグレーティングのパターンマスクを縮小露光により作成する方法でもできる。

【0023】次にレジストホログラムよりスタンパー(金型)を作成する。まず、レジストホログラムの表面に蒸着法または無電解メッキ法などにより金属膜を形成し、この金属膜を電極として電気ニッケルメッキ層を形成する。スタンパーはこれを剥離して得られる。

【0024】このスタンパーを用いて行う熱プレス行程は、加熱プレス、冷却、剥離を1サイクルとする。被プレス材料としては、基板1'上に塩化ビニル、ポリスチレン、ポリプロピレンなどの熱可塑性樹脂が用いられる。ここで行う加熱プレスによってスタンパーの溝形状をプラスチックシート面状に複製する方法には、平圧プレス法を用いた。その他の方法としてはロールプレス法がある。

【0025】次に、エンボス複製された基板1'上の熱可塑性樹脂は真空蒸着法でアルミニウムを数百オングストロームの厚みで蒸着しブレード・ホログラフィック・グレーティングを形成し反射層5とした。ブレード処理を行わないで、溝の形状が正弦波状のホログラフィック・グレーティングを使用することも出来る。

【0026】次に、反射層5に形成されているブレード・ホログラフィック・グレーティングのパターンについて説明する。本パターンの仕様は本反射型液晶電気光学素子の利用形態によつてそれぞれ最適化する必要がある。ここでは、利用形態として、腕時計とノートパソコンの2種類の最適化結果を記述する。

【0027】以下に腕時計用のブレード・ホログラフィック・グレーティングのパターンについて説明する。腕時計は比較的表示寸法が小さく、しかも腕に着けているので視角調整も自分で見やすい角度に調整することが出来る。よって、図7に示すようなパターンを使っても

比較的空間混色が簡単に出来る。ここでは、対向側の透明電極2と相対してほぼ同じストライプパターンに分割した。分割されたパターンのブレード・ホログラフィック・グレーティングの仕様は表1に示すようにR、G、Bの角パターン内で溝のピッチを変えて同じ回折角\*

	入射角 $\alpha$ (度)	回折角 $\beta$ (度)	ブレード角 $\theta$ (度)	溝ピッチ d ( $\mu\text{m}$ )
Rパターン	10	30	20	0.95
Gパターン	10	30	20	0.788
Bパターン	10	30	20	0.653

\*度でR、G、Bの波長が回折するように設計されている。

【0028】

【表1】

【0029】次に、ノートパソコン用のブレード・ホログラフィック・グレーティングのパターンについて説明する。ノートパソコンは表示寸法が大きく、視角による色収差が発生しやすい。よって、図7に示すようなパターン以外に図8に示すような視差による色収差補正を必要とする。ここでは、対向側の透明電極2と相対して※

※ほぼ同じストライプパターンに分割した。分割されたパターンのブレード・ホログラフィック・グレーティングの仕様は表2に示す。

【0030】

【表2】

		入射角 $\alpha$ (度)	回折角 $\beta$ (度)	ブレード角 $\theta$ (度)	溝ピッチ d ( $\mu\text{m}$ )
上部 A	Rパターン	10	40	25	0.784
	Gパターン	10	40	25	0.649
	Bパターン	10	40	25	0.538
中央 B	Rパターン	10	30	20	0.95
	Gパターン	10	30	20	0.788
	Bパターン	10	30	20	0.653
下部 C	Rパターン	10	20	15	1.24
	Gパターン	10	20	15	1.03
	Bパターン	10	20	15	0.853

【0031】上記の仕様で作られた2種類のブレード・ホログラフィック・グレーティングのパターンについて、以下の行程で反射型液晶電気光学装置として完成させた。反射層5の上に透明性絶縁膜4として透明度の高い材料(新日鉄化学性V、259-PA)を選択し、膜厚10 $\mu\text{m}$ 以下になるように成膜した。

【0032】そして、透明性絶縁膜4の上に透明電極2'を形成した。透明電極2'はITO膜からなる透明導電膜をホトリソグラフィによってストライプ状に分割形成した。次に、透明電極2及び2'の上には、たとえば膜厚が数十nmのポリイミド系の垂直配向剤を塗布し焼製処理して配向膜を形成した後、セルギャップが約6 $\mu\text{m}$ になるようにスペーサと接着剤を散布して外周シール剤印刷後セルを作成した。透明基板1と基板1'は、前記接着剤によって面内接着されており、基板への外圧によるセルギャップ変化がない構造を形成している。完成したセルに、誘電異方性が正のネマティック液晶にカイラル剤としてS-811(メルク社製)を5重量%混合し加熱し十分に溶解させた後セルに注入し、いわゆるコレステリック・ネマティック相転移型液晶素子を製作した。この散乱モード液晶素子をメモリー効果を利用してマルチブックス駆動した。ON電圧を印加し★50

★で反射率を測定すると、透明状態で85%と高い反射率が得られた。散乱モード液晶素子に使用される液晶モードは、コレステリック・ネマティック相転移型液晶モード以外に強誘電性液晶散乱モードを使用してよい。また、MIMやTFTなどのアクティブ素子と組み合わせることで、高分子分散液晶モード、動的散乱液晶モード(DSM)、熱書き込みモードなどを使用してもよい。【0033】この様にして制作された反射型液晶電気光学装置を蛍光灯照明の条件で観察すると図5の(A)に示すように、駆動電圧が十分に印加されていない領域では、入射白色光16は液晶層3で散乱されて明るい白色に観測された。一方、駆動電圧が十分に印加されていて液晶層3の透明な領域(B)では、入射白色光16はブレード・ホログラフィック・グレーティングによって分光され、回折角度により異なった色で回折光20として観測できた。

【0034】また、反射層5が透明基板1と基板1'の間にあり、光を変調する液晶層3との距離が最大でも10 $\mu\text{m}$ しか離れていないので、影の発生が無く非常に視認性が良い。また、図7に示す様な反射層5のパターンの効果を確認するために、Rの画素のみ点灯してある角度で回折光を大塚電子株式会社製の分光器MCPD-1

000を使用して測定した。同様に、GとBの画素についても測定した。その結果を図9に示す。R、G、Bの画素は同じ角度で観察すると、それぞれ、赤、緑、青に観察できる。また、R、G、Bの画素を同時に2個選択すると空間混色により、シアン、イエロー、マゼンタの表示も可能であった。

【0035】次いで、腕時計用のブレード・ホログラフィック・グレーティングのパターンを使用した反射型液晶電気光学装置を時計に実装して観察してみると、真綿の様な純度高い白色の地に宝石のように美しく光輝く干渉色のカラー表示となり、カラーフィルターでカラー表示したものより明るく視認性も良い。また、従来の方法では実現出来なかった純度の高い白地にマルチカラーの表示を可能とした。さらに、見る角度によって干渉色が微妙に変化し、いわゆる宝石の様な高貴で美しい独特の色合いを示し、デジタル時計の美的あるいは芸術的な付加価値を格段に向上させた。

【0036】次いで、ノートパソコン用のブレード・ホログラフィック・グレーティングのパターンを使用した反射型液晶電気光学装置をノートパソコンに実装して観察してみると、真にペーパーホワイトな明るい白地に赤、緑、青の表示の他に空間混色によってシアン、イエロー、マゼンタの表示も可能であった。また、図8の様な反射層5のパターンの効果を確認したところ、表示画面内の色むらは、ほとんど無かった。

【0037】(実施例2)次に、本反射型液晶電気光学装置を使用したプロジェクターについて説明する。図1において、透明基板1は、平滑なガラス板を用いたが、透明高分子フィルムを使用してもかまわない。透明基板1に設ける透明電極2は、ITO膜からなる透明導電膜をホトリソグラフィによってストライプ状に分割形成した。一方、基板1'は平滑なガラス板を用いたが、高分子フィルム、金属板等を使用してもかまわない。基板1'に設ける反射層5は、以下の4つの行程よりグレーティングが作成される。

【0038】・グレーティング(溝)の形成

- ・スタンパー(金型)の作成
- ・熱プレス(エンボス複製)
- ・後加工(反射膜形成)

グレーティング(溝)の形成方法としては、グレーティングのパターンマスクを縮小露光により作成する方法を使用した。この方法では、感光材料としてフォトレジストを塗布した乾板を用いた。フォトレジストはポジ型でもネガ型でもよく、解像度の高いものを、厚み0.1から1μm塗布する。このような乾板にステッパーを使用してグレーティングのパターンマスクをホトレジストに直接露光記録した。その後、イオン・エッチングによってブレード加工し原板を得ている。

【0039】次に原板よりスタンパー(金型)を作成する。まず、原板の表面に蒸着法または無電解メッキ法な

どにより金属膜を形成し、この金属膜を電極として電気ニッケルメッキ層を形成する。スタンパーはこれを剥離して得られる。このスタンパーを用いて行う熱プレス行程は、加熱プレス、冷却、剥離を1サイクルとする。被プレス材料としては、基板1'上に塩化ビニル、ポリスチレン、ポリプロピレンなどの熱可塑性樹脂が用いられる。ここで行う加熱プレスによってスタンパーのレリーフ形状をプラスチックシート面状に複製する方法には、平圧プレス法を用いた。その他の方法としてはロールプレス法がある。

【0040】次に、エンボス複製された基板1'上の熱可塑性樹脂は真空蒸着法でアルミニウムを数百オングストロームの厚みで蒸着しブレード・グレーティングを形成し反射層5とした。ブレード処理を行わないで、溝の形状が正弦波状のグレーティングを使用することも出来る。

【0041】次に、反射層5に形成されているブレード・グレーティングのパターンについて説明する。本パターンの仕様は本反射型液晶電気光学素子の利用形態によつてそれぞれ最適化する必要がある。ここでは、利用形態として、プロジェクター用の最適化結果を記述する。

【0042】以下にプロジェクター用のブレード・グレーティングのパターンについて説明する。プロジェクター用は表示寸法が大きく、視角による色収差が発生しやすい。よって、図7に示すようなパターン以外に図8に示すような視差による色収差補正を必要とする。ここでは、対向側の透明電極2と相対してほぼ同じストライプパターンに分割した。分割されたパターンのブレード・グレーティングの仕様はノートパソコン用と同じ仕様で表2に示す。

【0043】上記の仕様で作られた2種類のブレード・グレーティングのパターンについて、以下の行程で反射型液晶電気光学装置として完成させた。反射層5の上に透明性絶縁膜4として透明度の高い材料(新日鉄化学性V.259-PA)選択し、膜厚10μm以下になるように成膜した。

【0044】そして、透明性絶縁膜4の上にはMIM(metal-insulator-metal)素子を以下の手順で形成した。スパッタ法で300nmのTa薄膜を形成後、タイミング信号線およびMIM素子部分を残してエッチングする。次に、Ta薄膜表面に陽極酸化法で約60nmのTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>絶縁膜を形成する。つぎに、Cr薄膜をスパッタ法で形成しパターンニングし、最後に透明電極2'を形成した。透明電極2'はITO膜からなる透明導電膜をホトリソグラフィによってストライプ状に分割形成した。

【0045】また、MIM素子の以外にも、a-Siトランジスタ、多結晶Siトランジスタなどの素子も利用出来る。次に、透明電極2及び2'の上には、たとえば



膜厚が数十nmのポリイミド系の垂直配向剤を塗布し焼製処理して配向膜を形成した後、セルギャップが約8μmになるようにスペーサと接着剤を散布して外周シール剤印刷後セルを作成した。透明基板1と基板1'は、前記接着剤によって面内接着されており、基板への外圧によるセルギャップ変化がない構造を形成している。完成したセルに、ポリマーネットワーク液晶(PN-LC)を加熱しながらセルに注入し紫外線照射した。この散乱モード液晶素子をマルチブレックス駆動した。ON電圧を印加して反射率を測定すると、透明状態で85%と高い反射率が得られた。

【0046】散乱モード液晶素子に使用される液晶モードは、高分子分散液晶(PDLC)、高分子分散コレステリック液晶などを使用してもよい。この様にして制作された反射型液晶電気光学素子を図10に示す光学系に組み込みプロジェクターを製作した。

【0047】以下に光学系を説明する。光源11には300Wのメタハライドランプを使用した。コリメータレンズにより集光された光束は視角制御フィルム21を通過後散乱モード液晶素子15に入射する。視角制御フィルム21は住友化学製のルミスティー(MFY-002、とMFY-4060の積層品)を使用した。本視角制御フィルム21は回折光の20°~40°の範囲の角度の光のみ透過する性質がある。散乱モード液晶素子15は画像表示回路22によって2次元変調されており、図5の(A)に示すように、駆動電圧が十分に印加されていない領域では、入射白色光16は液晶層3で散乱される。一方、駆動電圧が十分に印加されている液晶層3の透明な領域(B)では、入射光白色光16はブレースド・グレーティングによって分光され、回折光20となる。ここで、図10の入射白色光16も同様に光変調上げる。駆動電圧が十分に印加されていない領域で散乱した光は、視角制御フィルム21と投影レンズ13の開口により光量が減少しスクリーン14上では黒く見える。また、駆動電圧が十分に印加されている液晶層3の透明な領域で回折された光は効率良くスクリーン14に結像するので明るく見える。

【0048】上記に説明したように、本プロジェクターは、ノーマリーブラック表示可能となる。よって、また、図7に示す様な反射層5の图案の効果を確認するために、R、G、Bの画素は、それぞれ表示すると、赤、緑、青にスクリーン上で観察できた。また、R、G、Bの画素を同時に3個選択し、さらに中間調表示することで、空間混色により、フルカラーの表示も可能であった。

【0049】また、反射層5が透明基板1と基板1'の間にあり、光を変調する液晶層3との距離が最大でも10μmしか離れていないので、ゴーストの発生が無かった。本プロジェクターに性能は、コントラスト100:1以上、光束出力300ルーメン以上であることを確認で

きた。

【0050】

【発明の効果】この発明は、以上説明したように偏光板を使用しないで高い透過率が得られる散乱モード液晶素子と微細な凹凸パターンが形成され白色光を入射させると反射回折により分光する特性を有する反射板とで構成したので、TN、STNモードの偏光板を使う方式でのカラー表示より明るく、GHモードより着色の無い純度の高い白を表示し、色反射板を使った散乱モード液晶素子によるカラー表示よりもメリハリのある白地にマルチカラーの鮮明かつ美観に優れた表示能力を示す反射型液晶電気光学装置を得ることができた。

【0051】以上のように、本発明の反射型液晶電気光学装置は従来の方法では実現できなかった純度の高い白地に明るくしかも美的ポテンシャルに優れた独特の色合いのマルチカラー表示能力を持ち時計、その他の携帯機器用ディスプレイ、装飾品として有効である。また、本発明の反射型液晶電気光学装置は、プロジェクターに利用された場合、従来の方法では実現できなかった安価な光学系で明るくコントラストの良いフルカラー表示を実現出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1の構成断面図を示した説明図である。

【図2】従来の反射型液晶電気光学素子の一例の構成断面図を示した説明図である。

【図3】従来の反射型液晶電気光学素子の一例の構成断面図を示した説明図である。

【図4】従来の散乱モード液晶素子を使用したプロジェクターの一例の構成を示した説明図である。

【図5】本発明の原理を説明した図である。

【図6】本発明に使用されているグレーティングの溝の断面を示した説明図である。

【図7】本発明に使用されているグレーティングのパターンを示した説明図である。

【図8】本発明に使用されているグレーティングのパターンを示した説明図である。

【図9】本発明に使用されているグレーティングのR、G、Bの各パターンからのある特定の回折角度での分光反射率を示した図である。

【図10】本発明の反射型液晶電気光学装置をプロジェクターに使用した場合の光学系を示した説明図である。

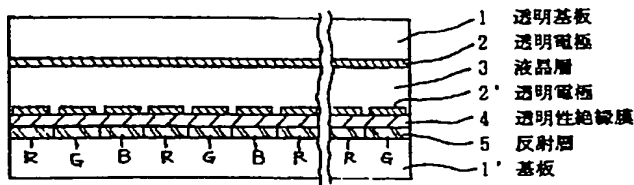
【符号の説明】

- |      |        |
|------|--------|
| 1、1' | 透明基板   |
| 1'   | 基板     |
| 2、2' | 透明電極   |
| 3    | 液晶層    |
| 4    | 透明性絶縁膜 |
| 5    | 反射層    |
| 6    | スペーサ   |

13

- 7、7' 偏光板  
8 観測者  
9 反射板  
10 カラーフィルター  
11 光源  
12 ダイクロイックミラー  
13 投影レンズ  
14 スクリーン

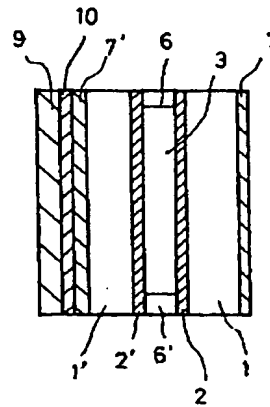
【図1】



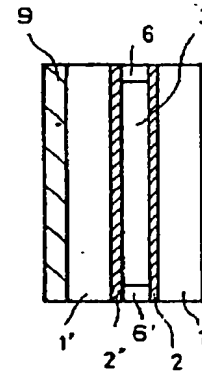
14

- 15 散乱モード液晶素子  
16 入射白色光  
17 前方散乱光  
18 前方直進光  
19 後方散乱光  
20 コリメータレンズ  
21 視角制御フィルム  
22 画像表示回路

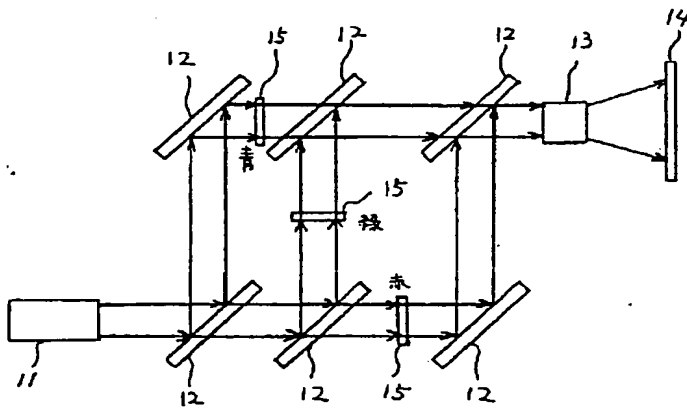
【図2】



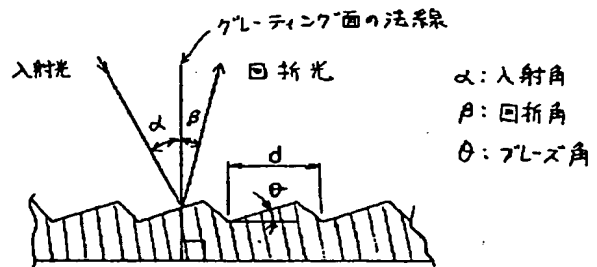
【図3】



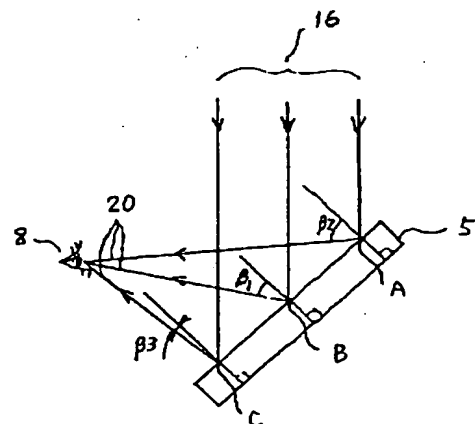
【図4】



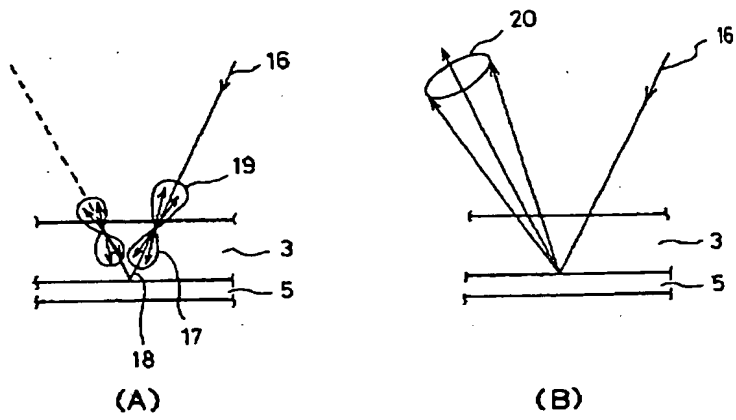
【図6】



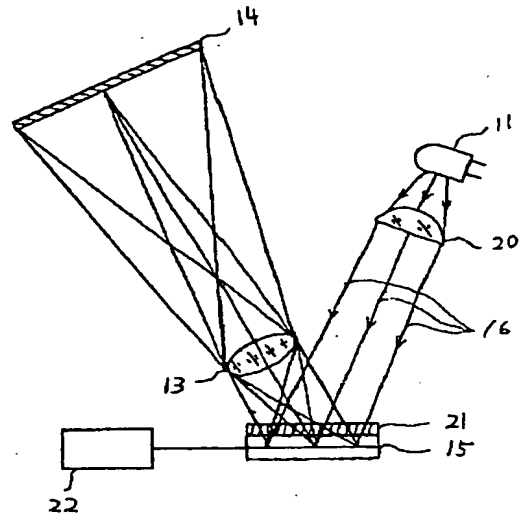
【図8】



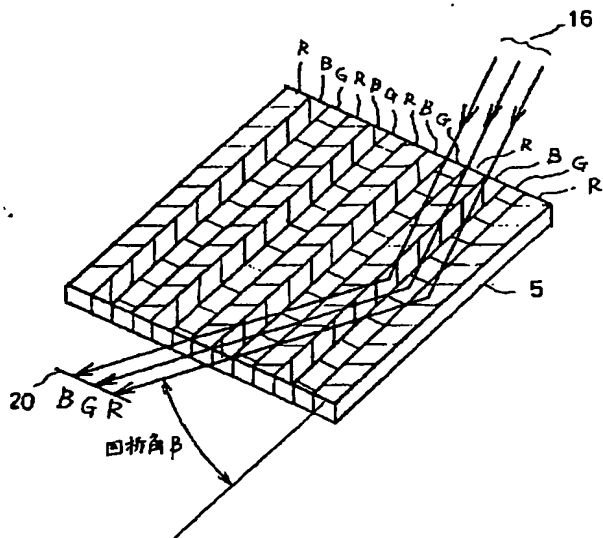
【図5】



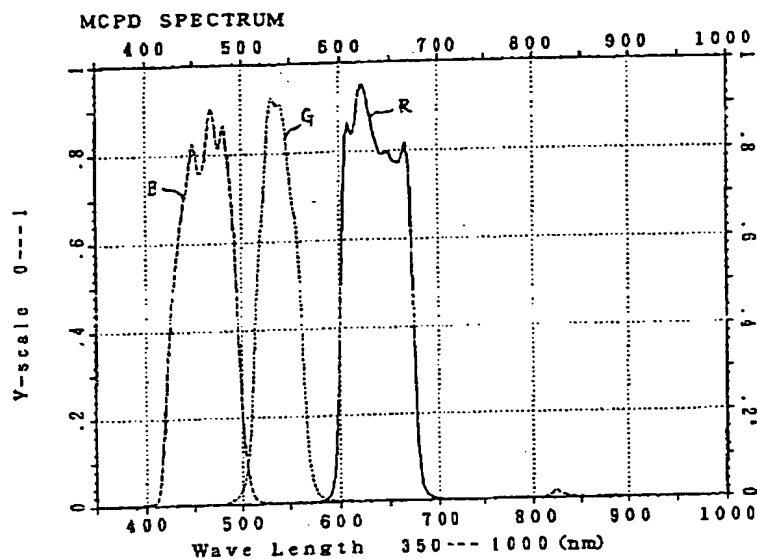
【図10】



【図7】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 千本松 茂  
千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セ  
イコー電子工業株式会社内

(72)発明者 谷口 香  
千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セ  
イコー電子工業株式会社内  
(72)発明者 山本 修平  
千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セ  
イコー電子工業株式会社内